

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-211984

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.⁴

G 0 2 B 15/163
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/163
13/18

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-27741

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月26日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 芝山 敏史

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

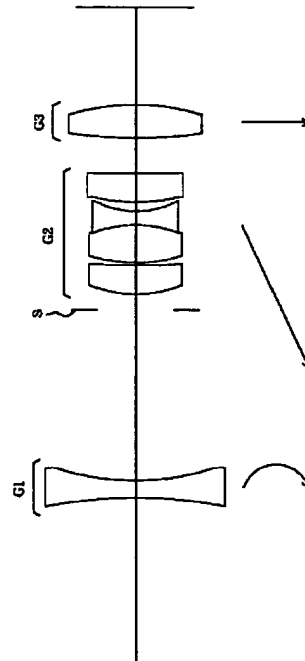
(74) 代理人 弁理士 山口 孝雄

(54) 【発明の名称】 小型のズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に好適で、2倍程度の変倍比を有し、レンズ全長が広角端での焦点距離の4倍程度の小型のズームレンズ。

【解決手段】 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とを備えている。第1レンズ群G1は1枚の両凹レンズのみから構成されている。広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大するように構成されている。条件式(1)および(2)を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを備え、

前記第1レンズ群は1枚の両凹レンズのみから構成され、

広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が増大するように構成され、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、広角端におけるズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸に沿った距離を TLw としたとき、

$$0.4 < |f_1| / TLw < 0.8$$

$$0.8 < f_3 / f_2 < 1.6$$

の条件を満足することを特徴とする小型のズームレンズ。

【請求項2】 前記第1レンズ群中の前記両凹レンズは、中心よりも周辺において負の屈折力が弱くなるように形成された非球面を有することを特徴とする請求項1に記載の小型のズームレンズ。

【請求項3】 前記第1レンズ群中の前記両凹レンズのアップ数 ν_1 は、

$$50 < \nu_1$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の小型のズームレンズ。

【請求項4】 前記第1レンズ群中の前記両凹レンズの物体側の面の近軸曲率半径を r_F とし、前記両凹レンズの像側の面の近軸曲率半径を r_R としたとき、

$$-0.5 < (r_R + r_F) / (r_R - r_F) < 0.2$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の小型のズームレンズ。

【請求項5】 前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸に沿った距離 T_2 とし、広角端におけるレンズ全系の焦点距離を f_w としたとき、

$$0.7 < T_2 / f_w < 1.4$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の小型のズームレンズ。

【請求項6】 前記第2レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズと、両凸レンズと両凹レンズとの貼り合わせからなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズとを有することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の小型のズームレンズ。

【請求項7】 前記第3レンズ群は1枚の両凸レンズのみから構成され、前記両凸レンズは、中心よりも周辺において正の屈折力が弱くなるように形成された非球面を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項

に記載の小型のズームレンズ。

【請求項8】 変倍に際して、前記第1レンズ群および前記第2レンズ群は移動し、前記第3レンズ群は固定であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の小型のズームレンズ。

【請求項9】 前記第1レンズ群を物体側へ移動させることによって遠距離物体から近距離物体への合焦を行うことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の小型のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は小型のズームレンズに関し、特に固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に好適なズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、特開平6-94996号公報、特開平7-261083号公報等には、固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に適したズームレンズが開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の公報の実施例に開示されたズームレンズでは、広角端におけるレンズ全長（ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸に沿った距離）が広角端での焦点距離の5倍程度以上であり、レンズ全長の小型化が不十分であった。

【0004】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に好適で、2倍程度の変倍比を有し、レンズ全長が広角端での焦点距離の4倍程度の小型のズームレンズを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明においては、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを備え、前記第1レンズ群は1枚の両凹レンズのみから構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が増大するように構成され、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、広角端におけるズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸に沿った距離を TLw としたとき、

$$0.4 < |f_1| / TLw < 0.8$$

$$0.8 < f_3 / f_2 < 1.6$$

の条件を満足することを特徴とする小型のズームレンズを提供する。

【0006】本発明の好ましい態様によれば、前記第1レンズ群中の前記両凹レンズは、中心よりも周辺において負の屈折力が弱くなるように形成された非球面を有する。また、前記第1レンズ群中の前記両凹レンズのアッベ数 ν_1 は、 $50 < \nu_1$ の条件を満足することが好ましい。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明では、2倍程度の変倍比（ズーム比）を有し、固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に適したズームレンズを達成するのに最適な構成を採用している。すなわち、本発明のズームレンズは、物体側から順に、負屈折力の第1レンズ群と正屈折力の第2レンズ群と正屈折力の第3レンズ群とを備え、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が減少し、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が増大するように構成されている。また、本発明では、レンズ全長の小型化を達成するために、第1レンズ群を1枚の両凹レンズのみから構成している。

【0008】以下、本発明の条件式について説明する。本発明においては、以下の条件式（1）および（2）を満足する。

$$0.4 < |f_1| / TLw < 0.8 \quad (1)$$

$$0.8 < f_3 / f_2 < 1.6 \quad (2)$$

ここで、 f_1 は第1レンズ群の焦点距離であり、 f_2 は第2レンズ群の焦点距離であり、 f_3 は第3レンズ群の焦点距離である。また、 TLw は広角端におけるズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸に沿った距離である。

【0009】条件式（1）は、2倍程度の変倍比を達成しつつ小型化と良好な結像性能とを達成するための条件であって、第1レンズ群の焦点距離について適切な範囲を規定している。条件式（1）の上限値を上回ると、所望の変倍比を達成するのが困難になってしまう。逆に、

$$-0.5 < (rR + rF) / (rR - rF) < 0.2 \quad (4)$$

ここで、 rF は第1レンズ群中の両凹レンズの物体側の面の近軸曲率半径であり、 rR は両凹レンズの像側の面の近軸曲率半径である。条件式（4）は、第1レンズ群を構成する両凹レンズの形状因子（シェイプファクター）について適切な範囲を規定している。条件式（4）の上限値と下限値とで規定される範囲を満足すると、球面収差、非点収差、および歪曲収差をバランス良く補正することができるので好ましい。

【0014】また、レンズ全長の小型化と歪曲収差の良好な補正とを達成するために、以下の条件式（5）を満足することが好ましい。

$$0.7 < T2 / fw < 1.4 \quad (5)$$

ここで、 $T2$ は、第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸に沿った距離、すなわち第2レンズ群の厚さである。また、 fw は、広角端

条件式（1）の下限値を下回ると、第1レンズ群を1枚の負レンズのみで構成するのが困難となり、その結果レンズ全長の小型化を達成するのが困難になってしまう。あるいは、レンズ全長の小型化のために第1レンズ群を1枚の負レンズのみで構成すると、諸収差、特に色収差および歪曲収差の補正が困難になってしまう。

【0010】条件式（2）は、レンズ全長の小型化を図るとともに固体撮像素子に好適な射出瞳位置を得るための条件であって、第2レンズ群の焦点距離と第3レンズ群の焦点距離との比について適切な範囲を規定している。条件式（2）の上限値を上回ると、射出瞳位置が像面に近くなり、固体撮像素子を用いたビデオカメラや電子スチルカメラなどに適用することが困難になってしまう。逆に、条件式（2）の下限値を下回ると、第3レンズ群の構成の複雑化に加えて第1レンズ群および第2レンズ群の大型化を招き、小型のズームレンズを達成することが困難になってしまう。

【0011】また、本発明では、上述の構成において、第1レンズ群を構成する両凹レンズが非球面を有し、その非球面が中心よりも周辺において負の屈折力が弱くなるように形成されていることが好ましい。この構成により、球面収差や歪曲収差の良好な補正が可能になる。

【0012】また、本発明においては、以下の条件式（3）を満足することが好ましい。

$$50 < \nu_1 \quad (3)$$

ここで、 ν_1 は第1レンズ群中の両凹レンズのアッベ数である。条件式（3）は、色収差を良好に補正するための条件式であって、第1レンズ群を構成する両凹レンズのアッベ数について適切な範囲を規定している。条件式（3）の下限値を下回ると、軸上色収差または倍率色収差の良好な補正が困難となるので好ましくない。

【0013】また、本発明においては、以下の条件式（4）を満足することが好ましい。

におけるレンズ全系の焦点距離である。

【0015】条件式（5）は、第2レンズ群の厚さ $T2$ について適切な範囲を規定している。条件式（5）の上限値を上回ると、第2レンズ群が大型化し、レンズ全長の小型化が困難になるので好ましくない。逆に、条件式（5）の下限値を下回ると、歪曲収差の良好な補正が困難になるので好ましくない。

【0016】また、本発明においては、諸収差をさらに良好に補正するために、第2レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズと、両凸レンズと両凹レンズとの貼り合わせからなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズとを有することが好ましい。また、本発明においては、ズームレンズの小型化とコマ収差の良好な補正とを達成するために、第3レンズ群が非球面を有する1枚の両凸レンズのみから構成され、その

非球面が中心よりも周辺において正の屈折力が弱くなるように形成されていることが好ましい。

【0017】また、本発明においては、変倍機構（ズーム機構）の簡素化のために、変倍に際して、第1レンズ群および前記第2レンズ群が移動し、第3レンズ群が固定であるように構成するのが好ましい。また、本発明においては、フォーカシング機構の簡素化のために、第1レンズ群を物体側へ移動させることによって遠距離物体から近距離物体への合焦を行うように構成するのが好ましい。

【0018】以下、本発明の実施例を、添付図面に基いて説明する。図1は、本発明の実施例にかかるズームレンズのレンズ構成を示す図である。本実施例のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。そして、図1に示すように、第1レンズ群G1は1枚の両凹レンズのみから構成され、第3レンズ群G3は1枚の両凸レンズのみから構成されている。また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズとの貼り合わせからなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから構成されている。

【0019】図1は、広角端におけるレンズ配置を示しており、望遠端への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し且つ第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大するように、第1レンズ群G1は一旦像側へ移動した後に物体側へ移動し、第2レンズ群G2は物体側へ移動し、第3レンズ群G3は固定である。なお、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間には開口絞りSが設けられ、開口絞りS

は変倍に際して第2レンズ群G2と一体的に移動する。

【0020】図2は、第1レンズ群G1を構成する両凹レンズの断面形状を示す拡大断面図である。図2において、破線は両凹レンズの像側面の近軸球面（近軸曲率半径に基づく球面）を示している。図2に示すように、両凹レンズの像側の面は非球面状に形成され、その非球面は中心よりも周辺において負の屈折力が弱くなるように形成されている。また、図3は、第3レンズ群G3を構成する両凸レンズの断面形状を示す拡大断面図である。図3において、破線は両凸レンズの像側面の近軸球面を示している。図3に示すように、両凸レンズの像側の面は非球面状に形成され、その非球面は中心よりも周辺において正の屈折力が弱くなるように形成されている。

【0021】次の表(1)に、本実施例の諸元の値を掲げる。表(1)の〔全体諸元〕において、fは焦点距離を、Bfはバックフォーカスを、FNOはFナンバーを、 2ω は画角をそれぞれ表している。また、表(1)の〔レンズ諸元〕において、第1カラムは物体側からのレンズ面の番号を、第2カラムのrはレンズ面の曲率半径（非球面の場合は近軸曲率半径）を、第3カラムのdはレンズ面の間隔を、第4カラムの ν はアッペ数を、第5カラムのnはd線（ $\lambda=587.6\text{nm}$ ）に対する屈折率をそれぞれ示している。

【0022】本実施例において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さをyとし、非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離（サグ量）をS(y)とし、近軸曲率半径をrとし、円錐係数を κ とし、n次の非球面係数を C_n としたとき、以下の数式(a)で表される。

【数1】

$$S(y) = (y^2/r) / \{1 + (1 - \kappa \cdot y^2/r^2)^{1/2}\} + C_4 \cdot y^4 + C_6 \cdot y^6 + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10} \quad (a)$$

【0023】表(1)の〔非球面データ〕には、上述の円錐係数 κ および非球面係数 C_n を示している。また、表(1)の〔変倍データ〕には、広角端、中間焦点距離、および望遠端の各状態における焦点距離および可変間隔を示している。さらに、表(1)の〔条件式対応

値〕には、各条件式のパラメータおよび各条件式の値を示している。

【0024】

【表1】

〔全体諸元〕

f = 1.000~1.396~1.883
Bf = 0.761
FNO = 2.54~3.00~3.57
 $2\omega = 48.72 \sim 22.40 \sim 25.46^\circ$

〔レンズ諸元〕

	r	d	ν	n
1	-3.4960	0.1335	70.5	1.48749
2	1.9425	(d2=可変)		(非球面)
3	∞	0.1214		(開口絞りS)
4	1.0571	0.2326	23.8	1.84666
5	10.4147	0.0121		

6	1.0610	0.3038	58.6	1.61272
7	-1.1070	0.1092	23.8	1.84666
8	0.6785	0.0737		
9	1.7001	0.2235	46.6	1.81600
10	386.1766	(d10=可変)		
11	3.2334	0.2678	55.2	1.66547
12	-1.7308	(Bf)		(非球面)

〔非球面データ〕

	r	κ	C_4
2面	1.9425	1.00000	-5.87118×10^{-2}
	C_6	C_8	C_{10}
	1.24284×10^{-2}	1.02678×10^{-1}	0.00000
	r	κ	C_4
12面	-1.7308	1.00000	2.88266×10^{-1}
	C_6	C_8	C_{10}
	-1.69743	6.01717	-8.83619

〔変倍データ〕

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	1.00000	1.39563	1.88349
d2	1.35282	0.75529	0.36408
d10	0.27913	0.74389	1.31700

〔条件式対応値〕

TLw=3.87055	
(1) $ f1 /TLw$	= 0.656
(2) $f3/f2$	= 1.100
(3) $\nu1$	= 70.5
(4) $(rR+rF)/(rR-rF)$	= -0.286
(5) $T2/fw$	= 0.955

【0025】図4乃至図6は、本実施例の諸収差図である。すなわち、図4は広角端における諸収差図であり、図5は中間焦点距離状態における諸収差図であり、図6は望遠端における諸収差図である。各収差図において、FNOはFナンバーを、Yは像高を、dはd線($\lambda=587.6\text{nm}$)を、gはg線($\lambda=435.8\text{nm}$)をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。各収差図から明らかなように、本実施例では、各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた結像性能が確保されていることがわかる。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に好適で、2倍程度の変倍比を有し、レンズ全長が広角端での焦点距離の4倍程度の小型のズームレンズを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例にかかるズームレンズのレンズ構成を示す図である。

【図2】第1レンズ群G1を構成する両凹レンズの断面形状を示す拡大断面図である。

【図3】第3レンズ群G3を構成する両凸レンズの断面形状を示す拡大断面図である。

【図4】本実施例の広角端における諸収差図である。

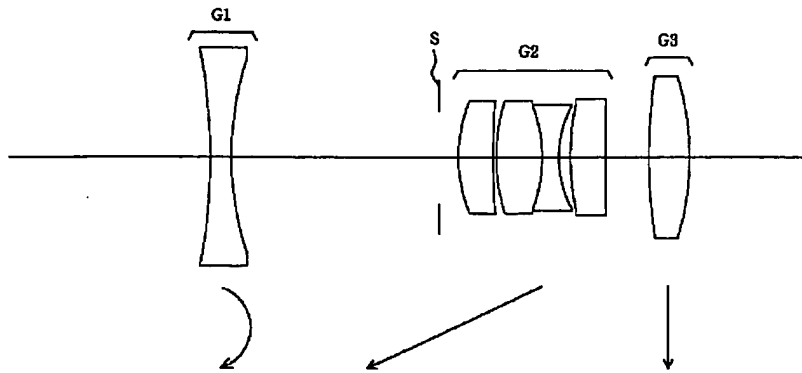
【図5】本実施例の中間焦点距離状態における諸収差図である。

【図6】本実施例の望遠端における諸収差図である。

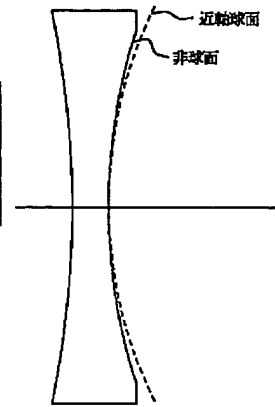
【符号の説明】

G1	第1レンズ群
G2	第2レンズ群
G3	第3レンズ群
S	開口絞り

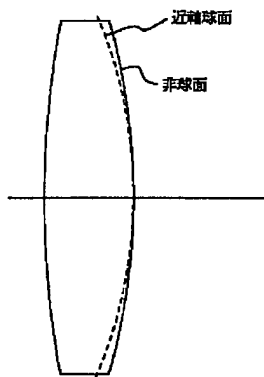
【図1】



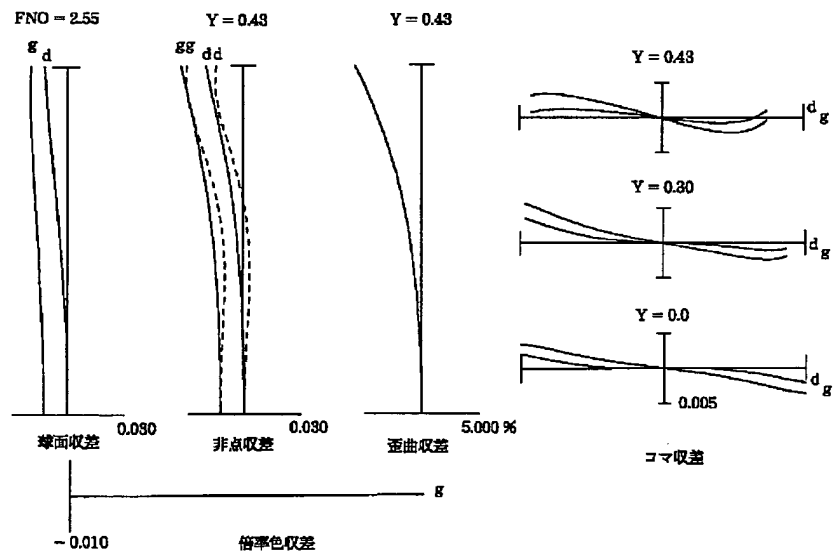
【図2】



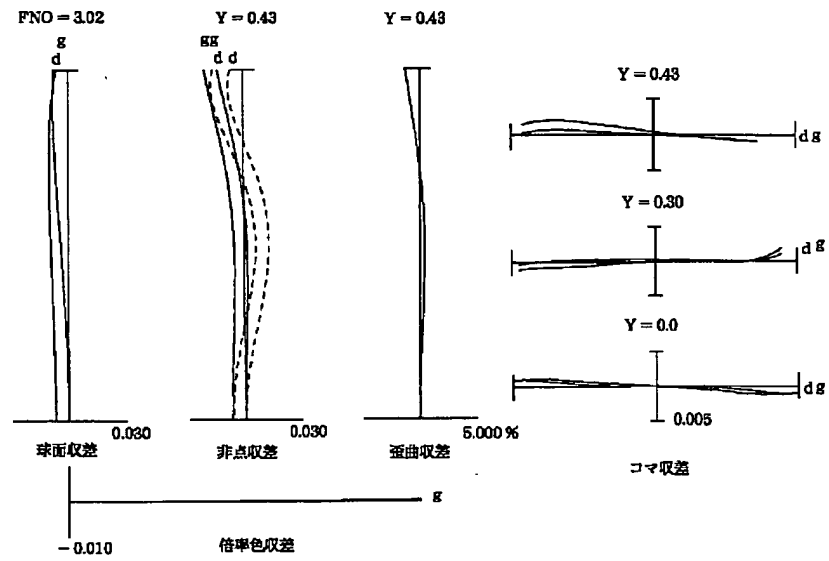
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

